

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 0 - 6 5 9 3 0

(43) 公開日 平成 1 0 年 (1 9 9 8) 3 月 6 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04N 1/60			H04N 1/40	D
G06T 1/00			G09G 5/00	D
G09G 5/00	550		5/02	A
5/02				B
			G06F 15/66	N

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 1 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平 8 - 2 3 7 2 5 9

(22) 出願日 平成 8 年 (1 9 9 6) 8 月 1 9 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 5 4 9 6

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目 1 7 番 2 2 号

(72) 発明者 松崎 智康

神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリー
ンテクなか い 富士ゼロックス株式会
社 内

(72) 発明者 山内 泰樹

神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリー
ンテクなか い 富士ゼロックス株式会
社 内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 正美

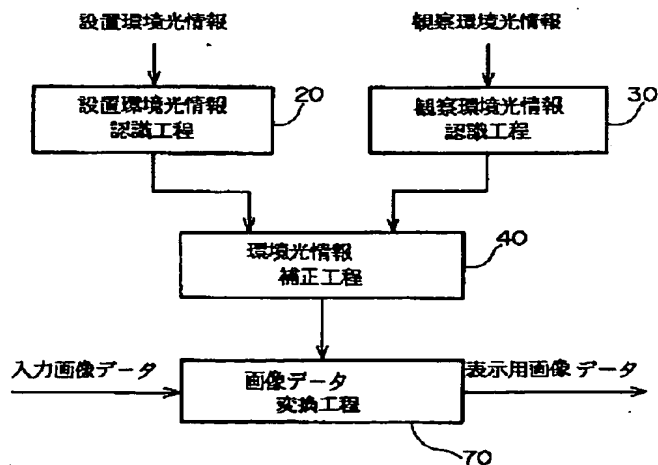
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラー画像処理方法およびカラー画像処理装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ディスプレイが設置されている環境が、一般の制限されない照明条件下にあっても、またハードコピーが観察されると予測される環境が、いかなる照明条件下にあっても、ディスプレイ画像の色を、観察されると予測された環境下で実際に観察されるハードコピー画像の色に一致させるように、ハードコピー画像の色の見えをディスプレイ上でシミュレートすることができるようにする。

【解決手段】 設置環境光認識工程 2 0 で、カラーディスプレイが設置されている環境での照明条件である設置照明条件を認識する。観察環境光情報認識工程 3 0 で、ユーザにより入力された、カラーハードコピーを観察すると予測される環境での照明条件である観察照明条件を認識する。環境光情報補正工程 4 0 で、設置照明条件と観察照明条件とに基づいて、色変換係数を決定する。画像データ変換工程 7 0 で、環境光情報補正工程 4 0 から色変換係数によって、入力画像データを表示用画像データに変換する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 カラーディスプレイが設置されている環境での照明条件である設置照明条件を認識する第 1 ステップと、

この第 1 ステップによる設置照明条件の認識の前または後において、入力された、カラーハードコピーを観察すると予測される環境での照明条件である観察照明条件を認識する第 2 ステップと、

前記第 1 ステップにより認識された設置照明条件と、前記第 2 ステップにより認識された観察照明条件とに基づいて、色変換係数を決定する第 3 ステップと、

この第 3 ステップで決定された色変換係数に基づいて、入力画像データを表示用画像データに変換する第 4 ステップと、

を備えることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 2】 請求項 1 のカラー画像処理方法において、前記第 3 ステップは、

色の見えを補正する均等色空間上での色変換係数を決定する色順応補正工程と、

コントラストを補正する均等色空間上での色変換係数を決定するコントラスト補正工程と、

を含むことを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 3】 請求項 2 のカラー画像処理方法において、前記第 3 ステップは、

前記色順応補正工程により決定された色変換係数と、

前記コントラスト補正工程により決定された色変換係数と、

あらかじめ用意された、彩度を補正するための色変換係数と、

ディスプレイ固有の色空間への変換に際して、設置環境光の影響を補正するための色変換係数と、

あらかじめ用意された、ディスプレイ固有の色空間への変換のための色変換係数と、

を合成して、均等色空間からディスプレイ固有の色空間に変換するための色変換係数を得ることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 4】 請求項 2 または 3 のカラー画像処理方法において、

前記色順応補正工程は、設置照明条件と観察照明条件の各種の組み合わせにつき、あらかじめ用意された、設置照明条件下でのカラーディスプレイ上の色の見えと観察照明条件下でのカラーハードコピー上の色の見えを一致させるための複数のデータ対から、前記第 1 ステップにより認識された設置照明条件と前記第 2 ステップにより認識された観察照明条件とに対応する複数のデータ対を、補間によって求めることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 5】 請求項 2 または 3 のカラー画像処理方法において、

前記色順応補正工程は、前記第 1 ステップにより認識さ

れた設置照明条件と前記第 2 ステップにより認識された観察照明条件とから、設置照明条件下でのカラーディスプレイ上の色の見えと観察照明条件下でのカラーハードコピー上の色の見えを一致させるための複数のデータ対を、色順応モデルを用いて計算することを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 6】 請求項 2 または 3 のカラー画像処理方法において、

前記コントラスト補正工程は、前記第 1 ステップにより認識された設置照明条件から、コントラストを補正する色変換係数を決定することを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 7】 カラー画像データを生成し、または取り込む画像データ生成取込手段と、

カラーディスプレイが設置されている環境での照明条件である設置照明条件を認識する認識手段と、

カラーハードコピーを観察すると予測される環境での照明条件である観察照明条件を入力する入力手段と、

前記認識手段により認識された設置照明条件と前記入力手段により入力された観察照明条件とに基づいて、あらかじめ用意された色変換対応係数を補正する補正手段と、

前記画像データ生成取込手段により生成され、または取り込まれたカラー画像データを、前記補正手段により補正された色変換対応係数によって表示用画像データに変換する変換手段と、

を備えることを特徴とするカラー画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、カラーハードコピーとして出力する画像の画質調整や確認をカラーディスプレイ上で行う場合などに用いるカラー画像処理方法およびカラー画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 印刷や DTP（デスクトップパブリッシング）の分野では、色校正のスピードアップ化とコストダウン化をはかるために、ディスプレイ上で最終出力画像の画質調整や確認を行うシステム、いわゆるソフトブルーフシステムが考えられ、実用化されつつある。

【0003】 しかし、このソフトブルーフシステムは、従来、基本的に、ディスプレイが、ある定められた照明条件下に設置され、最終出力画像も、ある定められた照明条件下で観察されることを想定している。

【0004】 そのため、ユーザは、その限定された設置環境下でシステムを利用するか、そうでなければ、ディスプレイ上の画像に依拠しないで、経験則に基づく反復調整を行うことによって、所望の画質の最終出力画像を得なければならない。また、最終的に出力されたハードコピーを、システムが想定している環境とは異なる環境下で観察する場合には、結果的に所望の画質が得られな

くなる。

【 0 0 0 5 】これに対して、ディスプレイが設置されている環境での照明条件ないし環境光（以下、設置照明条件ないし設置環境光と称する）を検知して、ディスプレイ上に出力される画像を補正することが考えられている。

【 0 0 0 6 】具体的に、特開平 4 - 2 5 5 0 2 5 号には、センサーまたは外光テーブルにより得た分光スペクトルに基づいて、ディスプレイ上に出力される画像の色補正を行うことが示されている。また、特開平 7 - 2 0 3 4 7 8 号には、カラーディスプレイ上の白色点（以下、ホワイトポイントと称する）を、自動的かつ測色的に設置環境光のホワイトポイントに合わせることが示されている。

【 0 0 0 7 】他方で、ハードコピーを観察すると予測される環境での照明条件ないし環境光（以下、観察照明条件ないし観察環境光と称する）に対する色順応効果を考慮することも考えられている。

【 0 0 0 8 】具体的に、特開平 5 - 2 1 6 4 5 2 号には、センサーにより観察環境の分光含量を測定して、ディスプレイ上の画像部および非画像部を、印刷物がさまざまな観察環境下で見られた場合の外観に見えるように変換し、印刷物のプレビューを可能にすることが示されている。また、特開平 7 - 1 0 5 3 7 5 号には、観察環境を想定して、ディスプレイ画像周辺に順応を調整するための色を提示することが示されている。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平 4 - 2 5 5 0 2 5 号は、設置環境光によりディスプレイ上の画像の見た目の色に変化することに対して、具体的な解決方法を示していない。しかも、最終的に出力されたハードコピーが、想定された観察環境と異なる観察環境で観察される場合を考慮していない。

【 0 0 1 0 】また、特開平 7 - 2 0 3 4 7 8 号の方法も、設置環境光が一般のオフィスのように 4 1 0 0 K から 4 3 0 0 K まで程度の低い色温度の場合には、カラーディスプレイ上のホワイトポイントを測色的に設置環境光のホワイトポイントに合わせても、見た目には同じ色に見えないという問題があり、単純にディスプレイ上の色を設置環境光に合わせただけでは、こうした問題に対応できない。

【 0 0 1 1 】また、特開平 5 - 2 1 6 4 5 2 号は、ディスプレイは設置環境光の影響を受けず、ディスプレイ上のホワイトポイントの色温度にのみ影響されるという前提に立っており、設置環境光の影響を考慮していない。さらに、特開平 7 - 1 0 5 3 7 5 号の方法は、色順応効果に対する対策は行っているものの、設置環境光をフィードバックする機構がないため、設置環境光が変化した場合には対応できない。

【 0 0 1 2 】結局のところ、これまで考えられているソ

フトブルーフシステムは、ディスプレイの設置環境が、暗室か、または明室においてフードを付けたような、極めて限定された場合でしか用いることができないものである。

【 0 0 1 3 】また、ソフトブルーフシステムとしては、ハードコピー画像の色の仕上がり具合をディスプレイ上でシミュレートできるだけでなく、例えばハードコピーをオリジナルとしてディスプレイ画像を編集するような目的で、ディスプレイの設置環境下で、ディスプレイ画像とハードコピー画像を同時に見比べることができることが望まれる。しかしながら、上記の理由から、従来の方法では、このようなことは困難であった。

【 0 0 1 4 】そこで、この発明は、ディスプレイが設置されている環境が、特定の制限された照明条件下ではなく、一般の制限されない照明条件下にあっても、かつハードコピーが観察されると予測される環境が、いかなる照明条件下にあっても、ディスプレイ画像の色を、観察されると予測された環境下で実際に観察されるハードコピー画像の色に印象が一致するように、ハードコピー画像の色の仕上がり具合をディスプレイ上でシミュレートできるとともに、ディスプレイの設置環境下で、ディスプレイ画像とハードコピー画像を同時に見比べることができるようにしたものである。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】この発明では、カラー画像処理方法として、カラーディスプレイが設置されている環境での照明条件である設置照明条件を認識する第 1 ステップと、この第 1 ステップによる設置照明条件の認識の前または後において、入力された、カラーハードコピーを観察すると予測される環境での照明条件である観察照明条件を認識する第 2 ステップと、前記第 1 ステップにより認識された設置照明条件と、前記第 2 ステップにより認識された観察照明条件とに基づいて、色変換係数を決定する第 3 ステップと、この第 3 ステップで決定された色変換係数に基づいて、入力画像データを表示用画像データに変換する第 4 ステップと、を設ける。

【 0 0 1 6 】

【作用】上記のように構成した、この発明のカラー画像処理方法においては、第 1 ステップにおいて、カラーディスプレイの設置環境光情報が取り込まれて認識され、第 2 ステップにおいて、ユーザによる入力により、カラーハードコピーの観察環境光情報が取り込まれて認識され、これら第 1 ステップおよび第 2 ステップにより認識された設置環境光情報および観察環境光情報に基づいて、第 3 ステップにおいて、入力画像データを表示用画像データに変換するための色変換係数として、カラーディスプレイの設置環境に適合し、かつカラーハードコピーの観察環境に適合した色変換係数が求められ、第 4 ステップにおいては、その色変換係数によって入力画像データが表示用画像データに変換される。

【 0 0 1 7 】したがって、ディスプレイが設置されている環境が、一般の制限されない照明条件下にあっても、またハードコピーが観察されると予測される環境が、いかなる照明条件下にあっても、ディスプレイ画像の色を、観察されると予測された環境下で実際に観察されるハードコピー画像の色に一致させるように、ハードコピー画像の色の見えをディスプレイ上でシミュレートすることができる。また、ディスプレイの設置環境下で、ディスプレイ画像とハードコピー画像を同時に見比べる場合でも、両者の見た目の印象を合わせることができる。

【 0 0 1 8 】

【 発明の実施の形態 】

【 第 1 の実施形態 】 図 1 は、この発明のカラー画像処理方法を実現するカラー画像処理システムの一例を示す。このシステムは、カラーディスプレイ 1、センサ 2、入力手段 3、およびカラー画像処理装置 10 を備えて構成される。

【 0 0 1 9 】 センサ 2 は、カラーディスプレイ 1 の近傍に設けられて、カラーディスプレイ 1 が設置されている環境の照明条件を検知するもので、その検知出力は、設置環境光情報としてカラー画像処理装置 10 に取り込まれる。入力手段 3 は、キーボードやマウスなどからなり、ユーザがハードコピーが観察されると予測される環境の照明条件を入力するもので、これから入力された照明条件は、観察環境光情報としてカラー画像処理装置 10 に取り込まれる。

【 0 0 2 0 】 カラー画像処理装置 10 は、例えばコンピュータによって構成され、画像データ生成取込手段 1、1、認識手段 12、13、補正手段 14、および変換手段 15 を備えるものとされる。

【 0 0 2 1 】 画像データ生成取込手段では、入力画像データとしてのカラー画像データが生成され、または外部装置 4 からカラー画像データが入力画像データとして取り込まれる。認識手段 12 では、センサ 2 からの設置環境光情報が取り込まれ、認識される。認識手段 13 では、入力手段 3 からの観察環境光情報が取り込まれ、認識される。補正手段 14 では、認識手段 12 で認識された設置環境光情報と、認識手段 13 で認識された観察環境光情報とに基づいて、あらかじめ用意された色変換対応係数を補正する。変換手段 15 では、画像データ生成取込手段 11 からの入力画像データを、補正手段 14 で補正された色変換対応係数によって表示用画像データに変換し、カラーディスプレイ 1 に送出する。

【 0 0 2 2 】 画像データ生成取込手段 11 で生成され、または外部装置 4 から取り込まれる入力画像データは、 $L^*a^*b^*$ （以下では便宜上、「 $L^*a^*b^*$ 」と表記する）均等色空間で表現されたものであり、変換手段 15 で得られる表示用画像データは、カラーディスプレイ 1 に固有の RGB 色空間で表現されたものである。

【 0 0 2 3 】 なお、図 1 は、カラーディスプレイ 1 の設

置環境が照明手段 5 からの照明光 6 によって照明されている状態を示しているが、もちろん、カラーディスプレイ 1 の設置環境が暗室とされてもよい。

【 0 0 2 4 】 カラー画像処理装置 10 で行われる、この発明のカラー画像処理方法は、図 2 に示すように、設置環境光情報認識工程 20、観察環境光情報認識工程 30、環境光情報補正工程 40、および画像データ変換工程 70 からなる。

【 0 0 2 5 】 その設置環境光情報認識工程 20 では、設置環境光情報を認識し、観察環境光情報認識工程 30 では、観察環境光情報を認識する。また、環境光情報補正工程 40 では、設置環境光情報認識工程 20 で認識された設置環境光情報と、観察環境光情報認識工程 30 で認識された観察環境光情報とに基づいて、色変換係数を決定し、画像データ変換工程 70 では、環境光情報補正工程 40 で決定された色変換係数に基づいて、入力画像データを表示用画像データに変換する。

【 0 0 2 6 】 一例として、図 3 に示すように、環境光情報補正工程 40 は、色順応補正工程 50 とコントラスト補正工程 60 とからなり、画像データ変換工程 70 は、色順応変換工程 80、コントラスト変換工程 90、照度対応変換工程 100、設置環境光対応表示用変換工程 110、および表示用変換工程 120 からなるものとする。

【 0 0 2 7 】 色順応補正工程 50 は、設置環境光情報認識工程 20 で認識された設置環境光情報と、観察環境光情報認識工程 30 で認識された観察環境光情報とに基づいて、色の見えを補正する均等色空間上での色変換係数を決定し、コントラスト補正工程 60 は、設置環境光情報認識工程 20 で認識された設置環境光情報に基づいて、コントラストを補正する均等色空間上での色変換係数を決定する。

【 0 0 2 8 】 色順応変換工程 80 は、色順応補正工程 50 で決定された色変換係数によって、入力画像データを $L^*a^*b^*$ 色空間上で変換し、コントラスト変換工程 90 は、コントラスト補正工程 60 で決定された色変換係数によって、色順応変換工程 80 からの画像データを $L^*a^*b^*$ 色空間上で変換する。

【 0 0 2 9 】 また、照度対応変換工程 100 は、あらかじめ用意された、彩度を補正するための色変換係数によって、コントラスト変換工程 90 からの画像データに対して、 $L^*a^*b^*$ 色空間上で、後述する Hunt 効果などに対する補正を施すものである。

【 0 0 3 0 】 さらに、設置環境光対応表示用変換工程 110 は、その後の表示用変換工程 120 で、設置環境光対応表示用変換工程 110 からの $L^*a^*b^*$ 画像データを、ディスプレイの設置環境が暗室の場合のディスプレイ固有の RGB 画像データに変換することに対応して、ディスプレイの実際の設置環境が明るく照明されている場合に、照度対応変換工程 100 からの $L^*a^*b^*$

・画像データに対して、ディスプレイの管面（表示画面）からの反射光の影響を除去するような補正を施すものである。

【 0 0 3 1 】表示用変換工程 1 2 0 は、上記のように設置環境光対応表示用変換工程 1 1 0 からの $L^* a^* b^*$ 画像データを、ディスプレイの設置環境が暗室の場合のディスプレイ固有の RGB 画像データに変換する。

【 0 0 3 2 】ここで、色順応につき示すと、屋外から白熱灯で照明された部屋に入ると、始めは室内全体が黄色っぽく感じるが、しばらくすると星光で見ているときと同じような感じを受ける。例えば、白い紙は白に見え、色の不自然さは感じなくなる。これは、人間の眼が、照明光に慣れるに従って感度が都合よく調整されて、色の見えを恒常的に保とうとする作用があるからで、色順応効果と呼ばれている。

【 0 0 3 3 】通常、観察者が暗室環境でディスプレイを観察するとき、観察者の眼はディスプレイ自発光（画像部または非画像部の白色）に順応するが、図 4（A）に示すように、環境光 6 によってディスプレイ 1 の周囲が明るく照明されている場合には、観察者の眼は環境光 6 の影響も受ける。この状態では、観察者の眼は、ディスプレイ自発光 1 a と周囲の環境光 6 の両者に、それぞれ部分的に順応し、実際は、その中間くらいのホワイトポイントに順応することが知られている。

【 0 0 3 4 】ディスプレイ自発光 1 a および周囲の照明光 6 に対して、6 0 : 4 0 の割合で部分的に順応しているという報告もある（参考文献 N. K a t o h, " P r a c t i c a l M e t h o d f o r A p p e a r a n c e M a t c h b e t w e e n S o f t C o p y a n d H a r d C o p y " S P I E P u b l i c a t i o n, V o l. 2 1 7 0, 1 7 0 - 1 8 1, 1 9 9 4 ）。

【 0 0 3 5 】図 4（A）に示すように、ハードコピー画像が、その観察される環境下で、どのように見えるかを、ディスプレイ 1 上でシミュレートする場合、ディスプレイ自発光 1 a の色温度を、ハードウェア的またはソフトウェア的に変更して、白色の色温度を、シミュレートしたい環境に合わせ、その環境での「色の見え」になるように補正しなければならない。しかし、この場合、観察者の眼はディスプレイ 1 の周囲の環境光 6 にも部分的に順応しており、その分を補正しなければならない。

【 0 0 3 6 】また、ディスプレイが設置されている環境下で、ディスプレイ画像の色を観察される環境下でのハードコピー画像の色に合わせるために、ハードコピー画像とディスプレイ画像を同時に見比べることがある。極端な例を考えると、図 4（B）に示すように、ディスプレイ 1 は暗黒環境下に設置され、ハードコピー 8 はある照明光 9 で照明されているような特殊な状況では、観察者の眼はハードコピー 8 とディスプレイ 1 に、ほぼ 5 0 : 5 0 の割合で部分的に順応する。

【 0 0 3 7 】これに対して、図 4（C）に示すように、ディスプレイ 1 もある照明光 6 で照明されている状況では、観察者の眼はディスプレイ 1 側では、その環境光 6 にも部分的に順応するので、結果的に、環境光とディスプレイへの順応の割合は、環境光の方がより高くなることになる。

【 0 0 3 8 】ディスプレイ上では、このような部分的な色順応状態を考慮して、あらかじめ補正を加える必要がある。色順応補正工程 5 0 は、第 1 に、そのような補正を行うものである。

【 0 0 3 9 】そして、ハードコピー画像の色をディスプレイ上でシミュレートする場合には、ハードコピーの観察環境下での環境光とディスプレイの設置環境下での環境光の両者のホワイトポイントの情報から、順応率に応じた適切な値を出力する。

【 0 0 4 0 】また、ディスプレイの設置環境下で、ハードコピー画像の色とディスプレイ画像の色を同時に見比べるような場合には、基本的には、ディスプレイのホワイトポイントを設置環境光のホワイトポイントに合わせるようにする。しかし、環境光の色温度が、例えば 4 3 0 0 K 程度というように低い場合には、後述する不完全順応の影響で、ハードコピー画像の色とディスプレイ画像の色は同じには見えない。

【 0 0 4 1 】ディスプレイを観察するとき、人間の視覚は、ディスプレイ上の白色に順応しようとするが、ディスプレイ周囲の環境光の色温度が低いときには、色順応が不完全となり、個人差はあるが、白い色が黄色がかった見えたりする。図 5 は、この不完全順応の度合いを、設置環境光の色温度に対してディスプレイの色温度を合わせたときの等色点の変化で示したものである。不完全順応は、人間の視覚系の色順応が不完全なために起こると考えられる。

【 0 0 4 2 】こうした不完全な色順応状態を考慮して、あらかじめ補正を加える必要があり、色順応補正工程 5 0 は、第 2 に、そのような補正を行うものである。

【 0 0 4 3 】色順応補正工程 5 0 での色順応補正、および色順応変換工程 8 0 での色順応変換の、具体的方法は、後述する各実施例で示す。

【 0 0 4 4 】コントラスト補正につき示すと、明るい室内でディスプレイを観察するとき、周囲の光の照度が大きいと、ディスプレイ本来の黒らしさが失われ、結果的にディスプレイ全体のコントラストが失われる。

【 0 0 4 5 】コントラスト補正工程 6 0 は、このような現象に対処するものである。コントラスト補正工程 6 0 でのコントラスト補正、およびコントラスト変換工程 9 0 でのコントラスト変換の、具体的方法は、後述する実施例 1 で示す。

【 0 0 4 6 】さらに、照度対応変換につき示すと、人間の視覚には、有彩色を照度を変えて照明すると、知覚される彩度（カラフルネス）が照度に応じて変化する、す

なわち照度が高いほど彩度が高く見える傾向がある。これは、Hunt 効果と呼ばれるもので、照度対応変換工程 1 0 0 は、この照度の違いによる色の見えの変化を補正するものである。

【0 0 4 7】具体的には、あらかじめ用意された色変換係数によって、コントラスト変換工程 9 0 からの $L^* a^* b^*$ 画像データの明度成分 L^* が大きいとき、その $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$... (1) で表される彩度 C^* を小さくする。

【0 0 4 8】なお、照度の違いによる色の見えの変化には、Hunt 効果以外にも、有彩色光で灰色スケールを照明すると、明るい灰色には照明光の色相を感じ、暗い灰色には照明光に対して補色の色相を感じる Helson-Judd 効果や、無彩色を照度を変えて照明すると、高照度では明るい灰色はより白色に、暗い灰色はより黒色に見える Stevens 効果がある。

【0 0 4 9】上記の例は、Hunt 効果を補正する場合であるが、Helson-Judd 効果や Stevens 効果を補正してもよく、あるいはこれらのうちの複数または全部を補正するようにしてもよい。

【0 0 5 0】設置環境光対応表示用変換工程 1 1 0 および表示用変換工程 1 2 0 の具体的方法は、後述する実施例 1 で示す。

【0 0 5 1】図 6 は、図 1 に示したカラー画像処理装置 1 0 が実行する、図 3 に示したカラー画像処理方法のルーチンの一例を示す。そのカラー画像処理ルーチンは、ユーザによるスタート・ボタンのプッシュ・イベントを検知することによって処理を開始して、まず、ステップ S 1 において、ダイアログを開き、次に、ステップ S 2 に進んで、ユーザによる、ハードコピーが観察されると予測される環境の照明条件、すなわち観察環境光情報の入力を確認して、それを認識する。この場合、ユーザは、いくつか指定するパラメータを選択できるようにされるが、ここでは、CIE 1 9 3 1 の $x y$ 色度座標で指定するものとする。

【0 0 5 2】次に、ステップ S 3 に進んで、図 1 に示したセンサ 2 の検知出力、すなわちカラーディスプレイ 1 が設置されている環境の照明条件である設置環境光情報を取り込んで、これを認識する。

【0 0 5 3】次に、ステップ S 8 0 に進んで、後述する各実施例で示すような色順応補正および色順応変換の処理を行い、さらにステップ S 9 0 に進んで、後述する実施例 1 で示すようなコントラスト補正およびコントラスト変換の処理を行い、さらにステップ S 1 0 0 に進んで、上述した照度対応変換の処理を行う。

【0 0 5 4】次に、ステップ S 1 1 0 に進んで、後述する実施例 1 で示すような設置環境光対応表示用変換の処理を行い、さらにステップ S 1 2 0 に進んで、表示用変換の処理を行い、さらにステップ S 1 3 0 に進んで、ステップ S 1 2 0 で得られた表示用画像データによって、

カラーディスプレイ 1 上に画像を表示する。

【0 0 5 5】図 7 は、別の処理ルーチンの例で、ユーザが、あらかじめ時刻を指定して処理を指示し、観察環境光情報を入力しておくことによって、その指定された時刻に自動的に処理を開始する場合である。

【0 0 5 6】すなわち、この場合、指定された時刻になると処理を開始して、まず、ステップ S 1 において、ダイアログを開き、次に、ステップ S 4 に進んで、ユーザに対して環境光対応の画像処理を行うか否かの確認をする。これに対して、ユーザは、環境光対応の画像処理を行わせるときには実行の指示をし、行わせないときにはキャンセルの指示をする。

【0 0 5 7】次に、ステップ S 5 に進んで、そのユーザの指示から処理を実行すべきか否かを判断し、キャンセルの指示により処理を実行しないときには、そのまま処理を終了する。

【0 0 5 8】実行の指示により処理を実行すべきときには、あらかじめ入力された観察環境光情報を認識した上で、ステップ S 3 に進んで、センサ 2 の検知出力、すなわち設置環境光情報を取り込んで、これを認識する。以後は、図 6 の例と同じである。

【0 0 5 9】以下には、4 つの実施例を示す。ただし、実施例 1 ~ 4 は、色順応補正工程 5 0 および色順応変換工程 8 0 が異なるだけで、そのほかの工程は同じである。また、実施例としては、これら実施例 1 ~ 4 に限らない。

【0 0 6 0】実施例 1 は、色順応補正工程 5 0 では、色順応補正 LUT と最小二乗法によって補正係数を求め、色順応変換工程 8 0 では、 3×8 マトリックス変換によって画像データを変換する場合である。

【0 0 6 1】実施例 2 は、色順応補正工程 5 0 では、色順応モデルを用いて補正係数を求め、色順応変換工程 8 0 では、3 次元 LUT と補間によって画像データを変換する場合である。

【0 0 6 2】実施例 3 は、色順応補正工程 5 0 では、色順応補正 LUT によって補正係数を求め、色順応変換工程 8 0 では、実施例 2 と同様に 3 次元 LUT と補間によって画像データを変換する場合である。

【0 0 6 3】実施例 4 は、色順応補正工程 5 0 では、色順応モデルと最小二乗法によって補正係数を求め、色順応変換工程 8 0 では、実施例 1 と同様に 3×8 マトリックス変換によって画像データを変換する場合である。

【0 0 6 4】〔実施例 1〕実施例 1 では、図 8 に示すように、色順応補正工程 5 0 は、色順応補正本工程 5 1 と色順応変換係数算出工程 5 5 とからなる。

【0 0 6 5】色順応補正本工程 5 1 では、色順応補正 LUT を用いる。LUT は、定まった色の数だけ用意する。ここでは、暗室環境下でのディスプレイ上の色再現域内の 8 色を、図 9 に示すように $L a b$ 色空間上の 8 点 P 1 ~ P 8 として選択する。色順応補正本工程 5 1 は、

設置環境光情報認識工程 2 0 および観察環境光情報認識工程 3 0 から得られたパラメータ x, y を色温度に変換して、この LUT に入力する。

【0066】図 1 0 (A) に示すような第 1 色から第 8 色までの LUT のうちの、同図 (B) に示すような白色用の LUT に、設置環境光の色温度および観察環境光の色温度が入力されたとすると、それに応じて、適切な白色の色度が選択される。LUT に用意されている値の中間の値が必要な場合には、補間値を算出する。

【0067】色度の選択および算出は、色の見えのシミュレーションに関しては、部分順応状態を考慮した補正に、同時対比に関しては、不完全順応の影響が大きいので、特に不完全順応を考慮した補正に、それぞれ重点を置かなければならない。

【0068】同様にして、その他の色についても、各色の適切な色度が選択ないし算出される。このような色順応補正 LUT は、等色実験で得られた統計的なデータを元に作成する。

【0069】次に、色順応変換係数算出工程 5 5 においては、この 8 色に関するデバイス・インディペンデントな値と色順応補正 LUT から得られた値との写像関係 f を求める。ここでは、 3×8 マトリックス係数を、各点との色差が最小になるように算出する。

【0070】色順応変換工程 8 0 では、色順応補正工程 5 0 の色順応変換係数算出工程 5 5 で算出された係数を用いて、 3×8 マトリックス演算により、入力画像データを変換する。

【0071】図 1 1 は、実施例 1 の上記の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示し、まず、ステップ S 8 1 において、上記の 8 色の番号 n を 1 とし、次に、ステップ S 8 2 に進んで、色順応補正 LUT から第 n 色の適切な色度を選択ないし算出し、次に、ステップ S 8 3 に進んで、 n を 1 だけインクリメントし、次に、ステップ S 8 4 に進んで、 n が 8 より大きいか否かを判断し、 n が 8 以下であると判断したときには、ステップ S 8 2 に戻って、ステップ S 8 2 および S 8 3 を繰り返す。

【0072】ステップ S 8 4 で n が 8 より大きいと判断したときには、次に、ステップ S 8 5 に進んで、それまでに求めた 8 色の色度データから、 3×8 マトリックス係数を算出し、次に、ステップ S 8 6 に進んで、ステップ S 8 5 で算出した係数を用いて、 3×8 マトリックス演算により、入力画像データを変換する。

【0073】コントラスト補正工程 6 0 では、設置環境光情報認識工程 2 0 から得られたパラメータ Y (CIE 1931 の XYZ 色度座標の Y) からガンマ値を出力するような LUT を使い、その LUT からのデータをコントラスト補正データとする。

【0074】コントラスト変換工程 9 0 では、コントラスト補正工程 6 0 から得られたコントラスト補正データ

に基づいて、色順応変換工程 8 0 からの $L^* a^* b^*$ 画像データの明度成分 L^* に対する階調曲線のガンマ値を変化させる。

【0075】図 1 2 は、実施例 1 の上記のコントラスト補正およびコントラスト変換の処理ルーチンを示し、まず、ステップ S 9 1 において、設置環境光情報認識工程 2 0 からのパラメータ Y により LUT からガンマ値を選択し、次に、ステップ S 9 2 に進んで、そのガンマ値を変換し、次に、ステップ S 9 3 に進んで、その変換後のガンマ値を 3 次元 LUT に格納し、次に、ステップ S 9 4 に進んで、その 3 次元 LUT からのガンマ値により、色順応変換工程 8 0 からの画像データを変換する。

【0076】上述したように、表示用変換工程 1 2 0 では、設置環境光対応表示用変換工程 1 1 0 からの $L^* a^* b^*$ 画像データを、ディスプレイの設置環境が暗室の場合のディスプレイ固有の RGB 画像データに変換することに対応して、設置環境光対応表示用変換工程 1 1 0 では、ディスプレイの実際の設置環境が明るく照明されている場合に、照度対応変換工程 1 0 0 からの $L^* a^* b^*$ 画像データに対して、ディスプレイの管面 (表示画面) からの反射光の影響を除去するような補正を施すもので、そのために、図 1 3 に示すように、まず、照度対応変換工程 1 0 0 からの $L^* a^* b^*$ 画像データを一旦、XYZ 色度データに変換した上で、その XYZ 色度データから、反射光分 $X_{ambient}$, $Y_{ambient}$, $Z_{ambient}$ を差し引いて、設置環境が暗室の場合のディスプレイ画面上の値 X_{crr} , Y_{crr} , Z_{crr} を求める。

【0077】反射光分 $X_{ambient}$, $Y_{ambient}$, $Z_{ambient}$ は、ディスプレイの設置環境が明るく照明されている場合の設置環境光の値で、設置環境光情報認識工程 2 0 から与えられる。

【0078】データ X_{crr} , Y_{crr} , Z_{crr} は、 $L^* a^* b^*$ 画像データに変換し、さらに $L^* a^* b^*$ 画像データは、ディスプレイ画面上の値 L^*_{crr} , a^*_{crr} , b^*_{crr} に変換した上で、表示用変換工程 1 2 0 において、ディスプレイ固有の RGB 画像データに変換する。

【0079】〔実施例 2〕実施例 2 では、色順応補正工程 5 0 で、色順応モデルを用いて補正係数を求め、色順応変換工程 8 0 で、3 次元 LUT と補間によって画像データを変換する。

【0080】そのために、あらかじめ $729 (9 \times 9 \times 9)$ 個の色データを選んでおく。ディスプレイの色域を網羅的にカバーできるように選択するのが望ましい。そして、このような色データの一つずつに色順応モデルで変換を施し、適切な補正値を算出する。この場合、色データは CIE 1931 の XYZ 色度座標として与える。他の座標系なら、CIE 1931 の XYZ 色度座標に一旦、変換する。

【0081】図14は、実施例2の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示し、まず、ステップS801において、上記の729個の色データの番号nを1とし、次に、ステップS802に進んで、その729個の色データから第n番目のデータを選択し、次に、ステップS803に進んで、その選択した色データを上記のようにCIE1931のXYZ色度座標に変換し、次に、ステップS804に進んで、そのXYZ色度データを錐状体応答値LMSに変換する。次に、ステップS805に進んで、その錐状体応答値LMSを、ディスプレイのホワイトポイントの錐状体応答値で正規化する。

【0082】一方、あらかじめ、設置環境光情報と観察環境光情報とから、補正すべき適切なホワイトポイントの色度を求めておく。具体的には、図15に示すように（便宜的にフローチャートをブロック的に示す）、729個の色データを変換したのと同様に、まず、ステップS281において、設置環境光情報および観察環境光情報を、それぞれCIE1931のXYZ色度座標に変換し、次に、ステップS282に進んで、そのXYZ色度データを錐状体応答値LMSに変換した上で、ステップS283において、錐状体応答値LMSに対して不完全順応補正を行い、次に、ステップS284に進んで、その不完全順応補正後の錐状体応答値L'M'S'に対して部分順応補正を行う。

【0083】図14の処理ルーチンでは、ステップS805からステップS806に進んで、このように図15のステップS284で算出された錐状体応答値LwMwSwを用いて、ステップS805で正規化された錐状体応答値に対して色順応補正を行い、さらにステップS807に進んで、その色順応補正後の錐状体応答値をCIE1931のXYZ色度座標に変換する。

【0084】その後、ステップS808に進んで、そのXYZ色度データを、ホワイトポイントD50データを用いて、デバイス・インディペンデントな画像データL*a*b*に変換する。

【0085】次に、ステップS809に進んで、nを1だけインクリメントし、次に、ステップS810に進んで、nが729より大きいのか否かを判断し、nが729以下であると判断したときには、ステップS802に戻って、ステップS802～S809を繰り返す。

【0086】ステップS810でnが729より大きいと判断したときには、次に、ステップS811に進んで、それまでに求めた729個の色データを、図16に示すような3次元LUTに格納し、次に、ステップS812に進んで、その3次元LUTからの色データにより、入力画像データを変換する。

【0087】3次元LUTのアドレスはLab色空間上の位置を示し、入力画像データが、その格子点の間の値をとる場合には、格子点の内分点として捉えられて、周囲8点の格子点の出力値の荷重和として与えられる。

【0088】なお、ここでは色順応モデルとしてHuntモデル（参考文献：R. W. HUNT MEASURING COLOUR Second Edition ELLIS HORWOOD）を参考にしているが、他の色順応モデル（例えば、Nayataniモデル（参考文献：大田登 色彩工学、東京電機大学出版局）など）であってもよい。

【0089】〔実施例3〕実施例3では、色順応補正工程50で、色順応補正LUTによって補正係数を求め、色順応変換工程80で、実施例2と同様に3次元LUTと補間によって画像データを変換する。ただし、色順応補正LUTとして、実施例1では8色分のLUTを用いるのに対して、実施例3では125（5×5×5）色分のLUTを用いる。

【0090】図17は、実施例3の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示し、ステップS81～S84は、上記のように色順応補正LUTとして125色分のLUTを用いる点を除いて、図11に示した実施例1のそれと同じであり、以後のステップS811およびS812は、色データが125個となる点を除いて、図14に示した実施例2のそれと同じである。

【0091】〔実施例4〕実施例4では、色順応補正工程50で、色順応モデルと最小二乗法によって補正係数を求め、色順応変換工程80で、実施例1と同様に3×8マトリックス変換によって画像データを変換する。

【0092】ただし、色順応補正工程50の色順応補正本工程51で用いる色順応モデルは、実施例2では729色分の色度を算出するのに対して、実施例4では8色分の色度を算出する。

【0093】図18は、実施例4の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示し、ステップS801～S810は、上記のように色順応モデルが8色分の色度を算出する点を除いて、図14に示した実施例2のそれと同じであり、以後のステップS85およびS86は、図11に示した実施例1のそれと同じである。

【0094】〔第2の実施形態〕上述した第1の実施形態は、図3に示したように、環境光情報補正工程40が、色順応補正工程50とコントラスト補正工程60とからなり、画像データ変換工程70が、色順応変換工程80、コントラスト変換工程90、照度対応変換工程100、設置環境光対応表示用変換工程110および表示用変換工程120からなる場合である。

【0095】これに対して、図19に示すように、環境光情報補正工程40を、色順応補正工程50、コントラスト補正工程60、照度対応補正工程43、環境光対応表示用補正工程44、表示用補正工程45および色変換係数合成工程46からなり、あらかじめ選んだ、例えば729個の色データに対して、必要な補正をすべて行って、色変換係数を算出するものとする事ができる。

【0096】すなわち、色順応補正工程50では、色の

見えを補正するL a b色空間上での色変換係数を、コントラスト補正工程60では、コントラストを補正するL a b色空間上での色変換係数を、それぞれ算出する。また、照度対応補正工程43は、あらかじめ用意された、彩度を補正するための色変換係数を有するものとする。

【0097】設置環境光対応表示用補正工程44では、ディスプレイ固有の色空間への変換に際して設置環境光の影響を補正するような色変換係数を決定する。表示用補正工程45は、あらかじめ用意された、ディスプレイ固有の色空間に変換するための色変換係数を有するものとする。

【0098】そして、色変換係数合成工程46において、色順応補正工程50、コントラスト補正工程60、照度対応補正工程43、設置環境光対応表示用補正工程44および表示用補正工程45から得られた各色変換係数を合成し、その合成後の色変換係数によって、画像データ変換工程70において、環境光情報補正工程40で算出された色変換係数を3次元LUTの格子点に格納して、入力画像データを均等色空間からディスプレイ固有の色空間に変換する。

【0099】この第2の実施形態によれば、上述した実施例1~4を含む図3に示した第1の実施形態に比べて、色順応補正とコントラスト補正だけに限らず、色の見えに関する補正、およびデバイス特性に関する補正を含む、ディスプレイに表示するまでに必要なすべての補正を環境光情報補正工程40において行うので、変換工程の負担を軽くすることができる。

【0100】

【発明の効果】上述したように、この発明によれば、ディスプレイが設置されている環境が、一般の制限されない照明条件下にあっても、またハードコピーが観察されると予測される環境が、いかなる照明条件下にあっても、ディスプレイ画像の色を、観察されると予測された環境下で実際に観察されるハードコピー画像の色に印象が一致するように、ハードコピー画像の色の見えをディスプレイ上でシミュレートすることができる。また、ディスプレイの設置環境下で、ディスプレイ画像とハードコピー画像を同時に見比べる場合でも、両者の見た目の印象を合わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のカラー画像処理方法を実現するカラー画像処理システムの一例を示すブロック図である。

【図2】この発明のカラー画像処理方法を示す工程図である。

【図3】この発明のカラー画像処理方法の第1の実施形態を示す工程図である。

【図4】環境光の説明に供する図である。

【図5】不完全順応の説明に供する図である。

【図6】第1の実施形態の画像処理ルーチンの一例を示す図である。

【図7】第1の実施形態の画像処理ルーチンの他の例を示す図である。

【図8】実施例1の色順応補正工程を示す図である。

【図9】実施例1の色順応補正工程の説明に供する図である。

【図10】実施例1の色順応補正工程の説明に供する図である。

【図11】実施例1の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図12】実施例1のコントラスト補正およびコントラスト変換の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図13】実施例1の設置環境光対応表示用変換および表示用変換の処理を示す図である。

【図14】実施例2の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図15】図14の説明に供する図である。

20 【図16】図14の説明に供する図である。

【図17】実施例3の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図18】実施例4の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図19】この発明のカラー画像処理方法の第1の実施形態を示す工程図である。

【符号の説明】

1 カラーディスプレイ

2 センサ

30 3 入力手段

10 カラー画像処理装置

20 設置環境光情報認識工程

30 観察環境光情報認識工程

40 環境光情報補正工程

50 色順応補正工程

60 コントラスト補正工程

70 画像データ変換工程

80 色順応変換工程

90 コントラスト変換工程

40 100 照度対応変換工程

110 設置環境光対応表示用変換工程

120 表示用変換工程

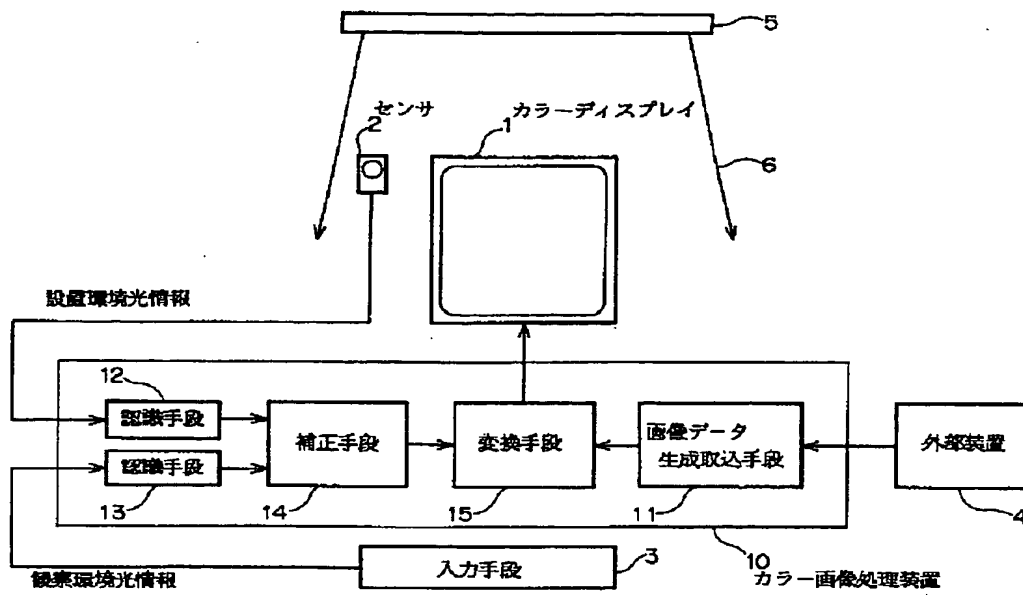
43 照度対応補正工程

44 設置環境光対応表示用補正工程

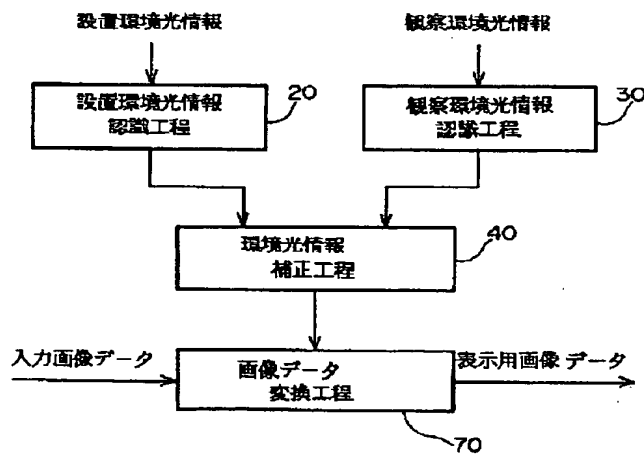
45 表示用補正工程

46 色変換係数合成工程

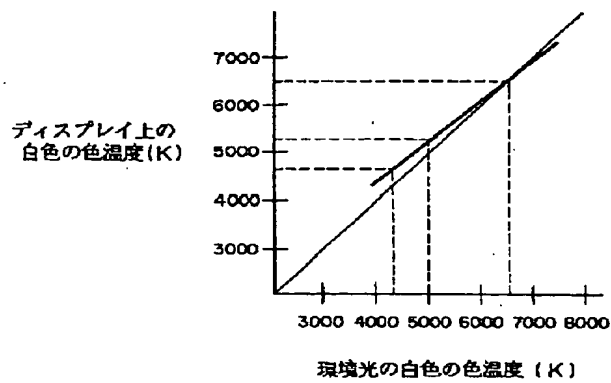
【 図 1 】



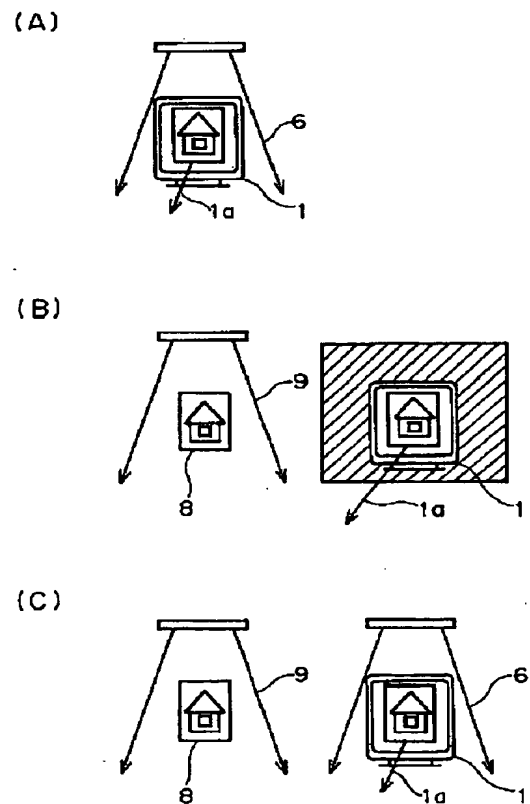
【 図 2 】



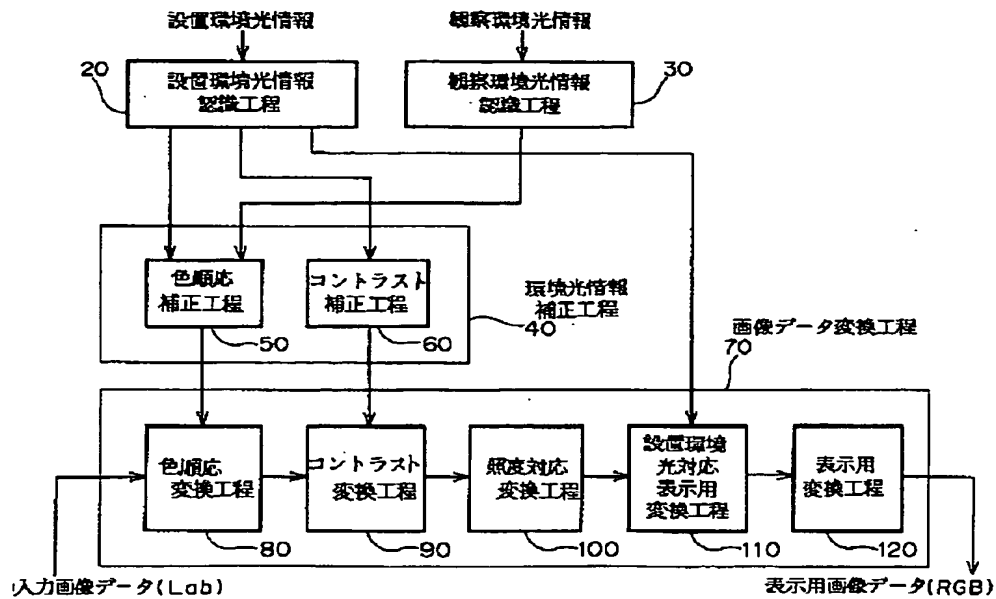
【 図 5 】



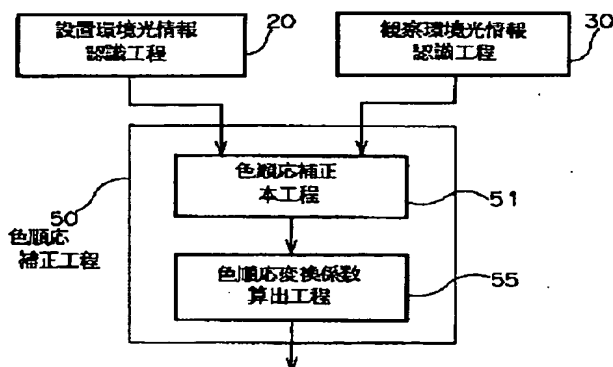
【 図 4 】



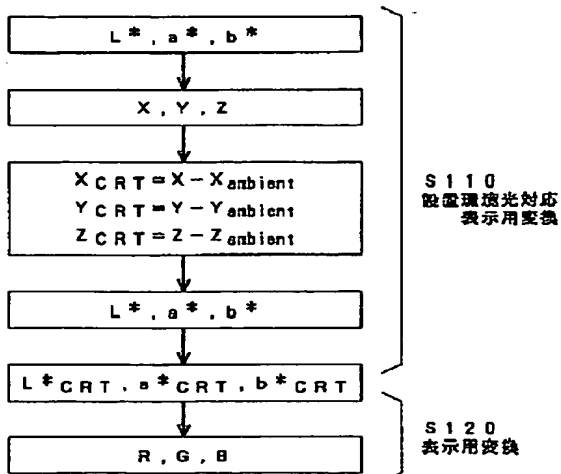
【 図 3 】



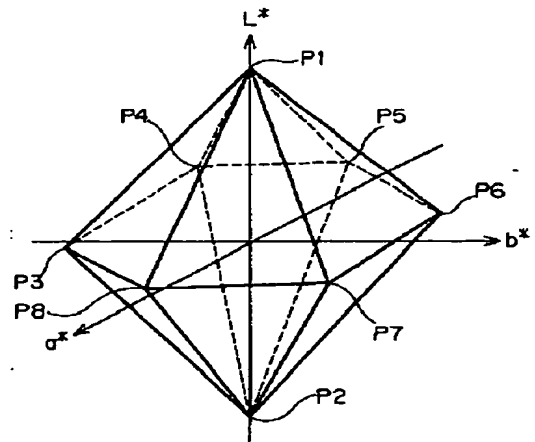
【 図 8 】



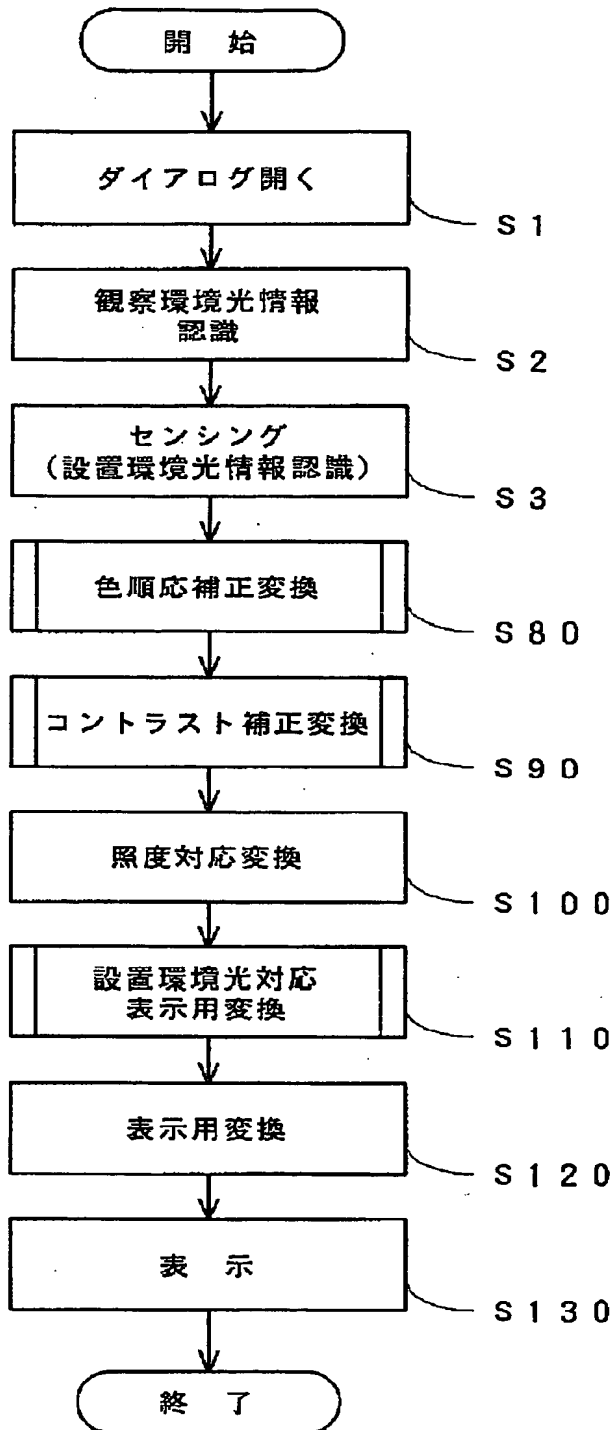
【 図 13 】



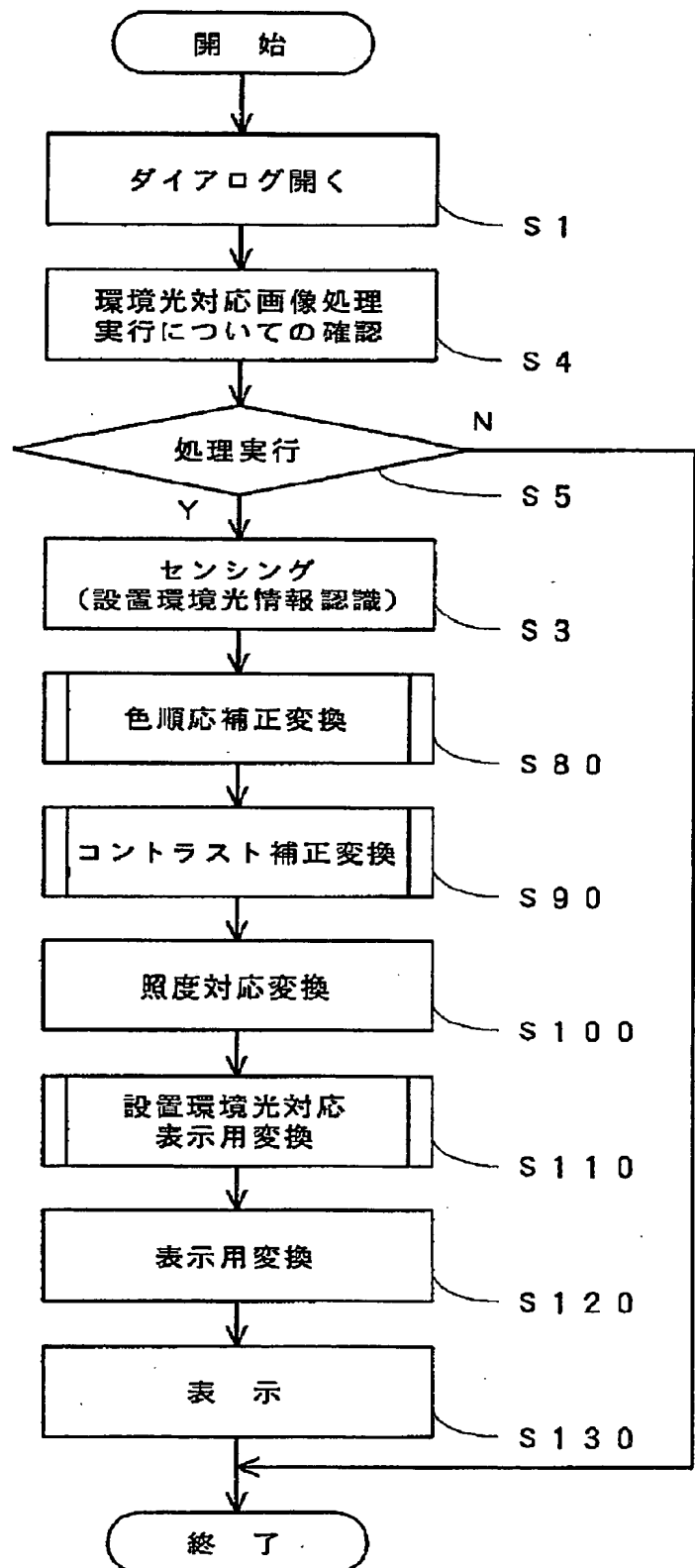
【 図 9 】



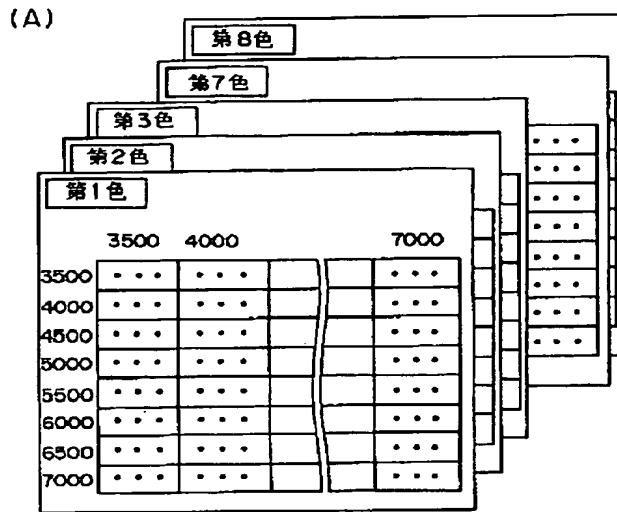
【図 6】



【図 7】



【 図 10 】



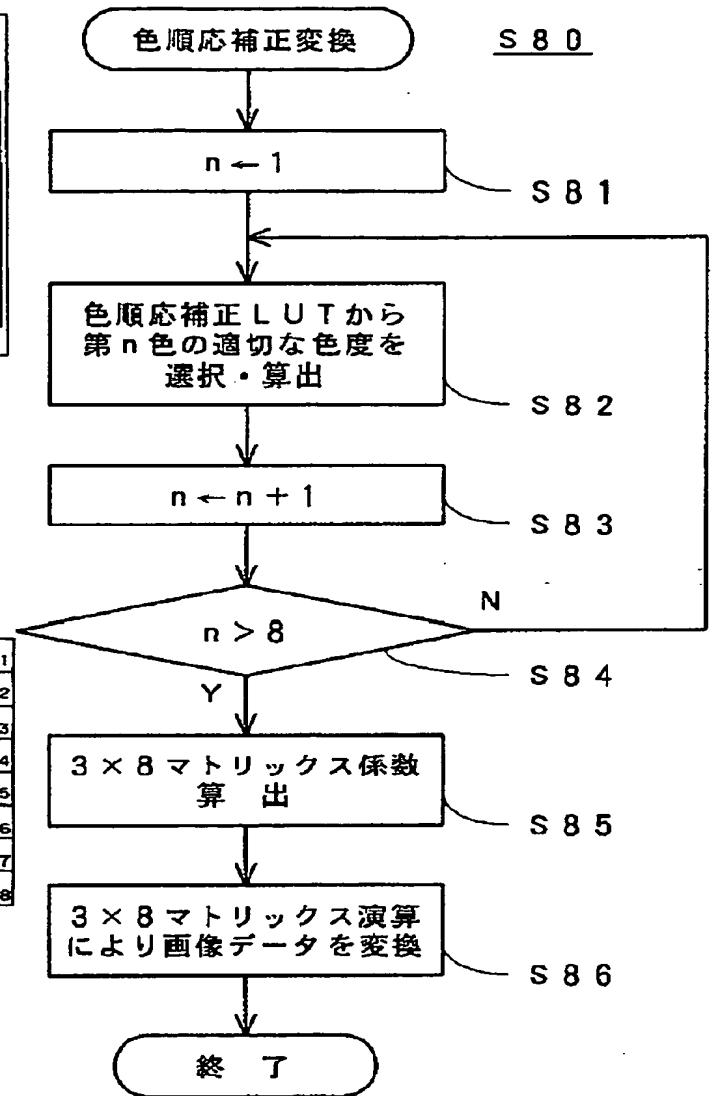
(B) 設置環境光の色温度 (K)

白色の場合

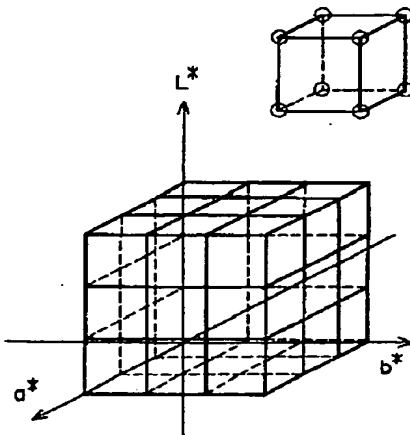
	3500	4000	7000
3500	$L_{11} a_{11} b_{11}$	$L_{21} a_{21} b_{21}$	$L_{81} a_{81} b_{81}$
4000	$L_{12} a_{12} b_{12}$	$L_{22} a_{22} b_{22}$	$L_{82} a_{82} b_{82}$
4500	$L_{13} a_{13} b_{13}$	$L_{23} a_{23} b_{23}$	$L_{83} a_{83} b_{83}$
5000	$L_{14} a_{14} b_{14}$	$L_{24} a_{24} b_{24}$	$L_{84} a_{84} b_{84}$
5500	$L_{15} a_{15} b_{15}$	$L_{25} a_{25} b_{25}$	$L_{85} a_{85} b_{85}$
6000	$L_{16} a_{16} b_{16}$	$L_{26} a_{26} b_{26}$	$L_{86} a_{86} b_{86}$
6500	$L_{17} a_{17} b_{17}$	$L_{27} a_{27} b_{27}$	$L_{87} a_{87} b_{87}$
7000	$L_{18} a_{18} b_{18}$	$L_{28} a_{28} b_{28}$	$L_{88} a_{88} b_{88}$

観察環境光の色温度 (K)

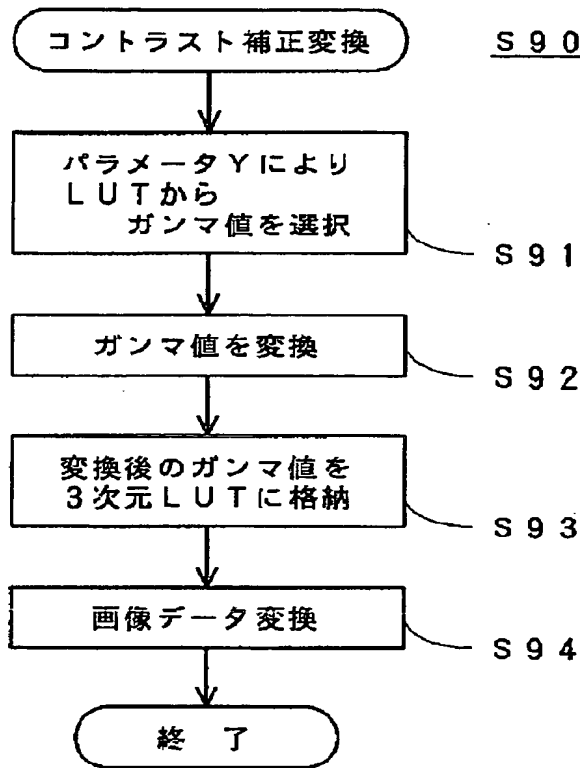
【 図 11 】



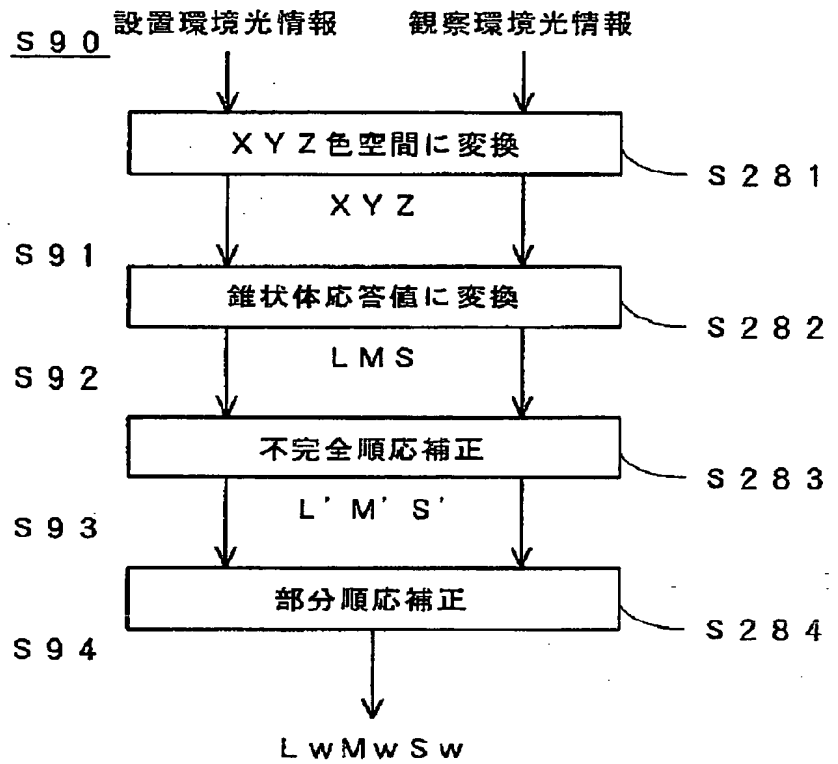
【 図 16 】



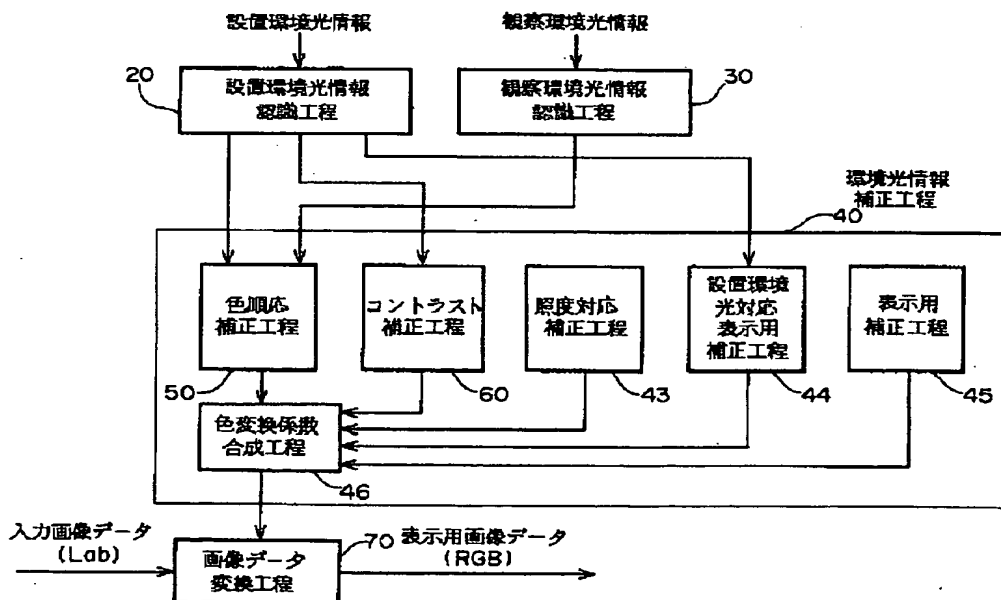
【図 12】



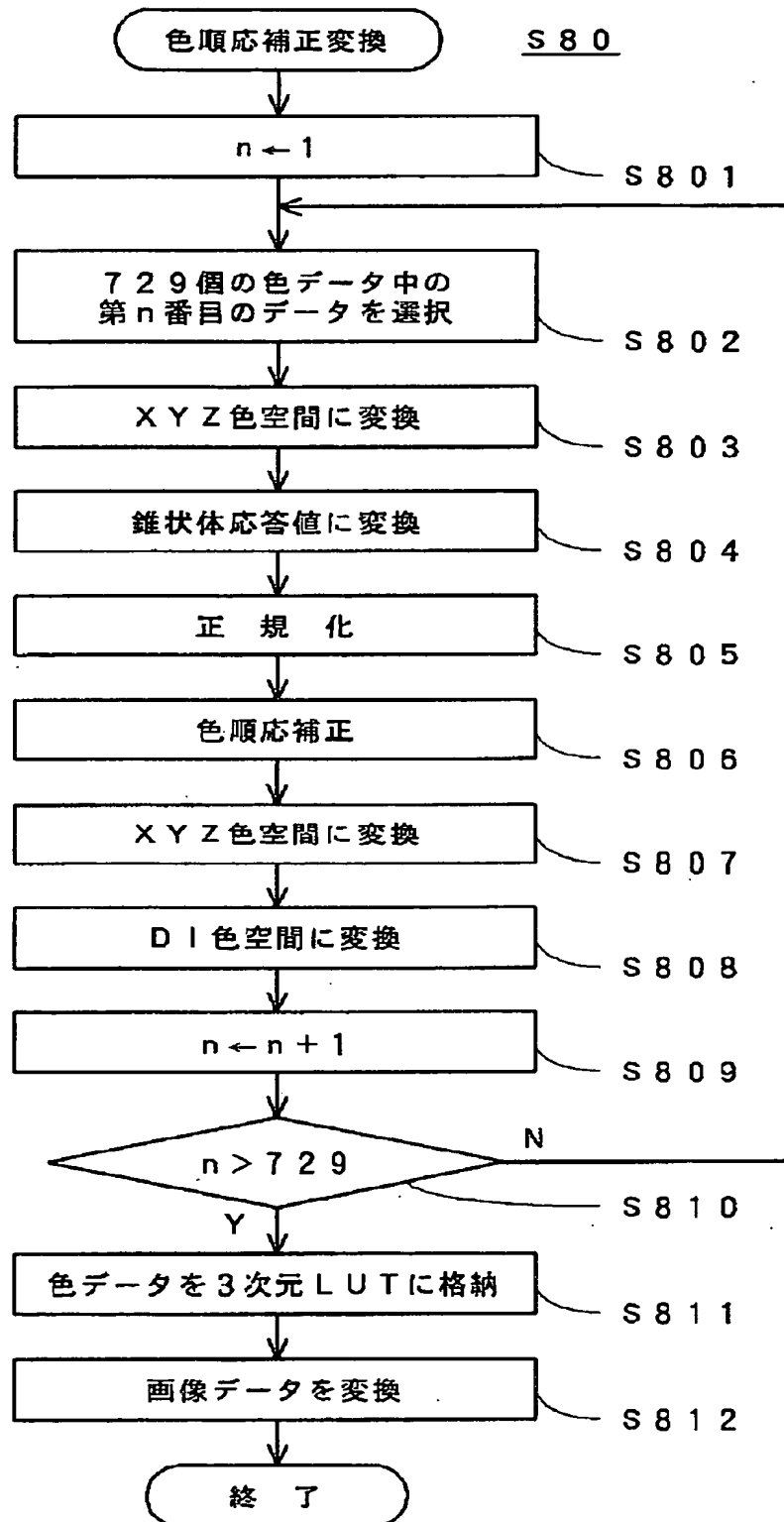
【図 15】



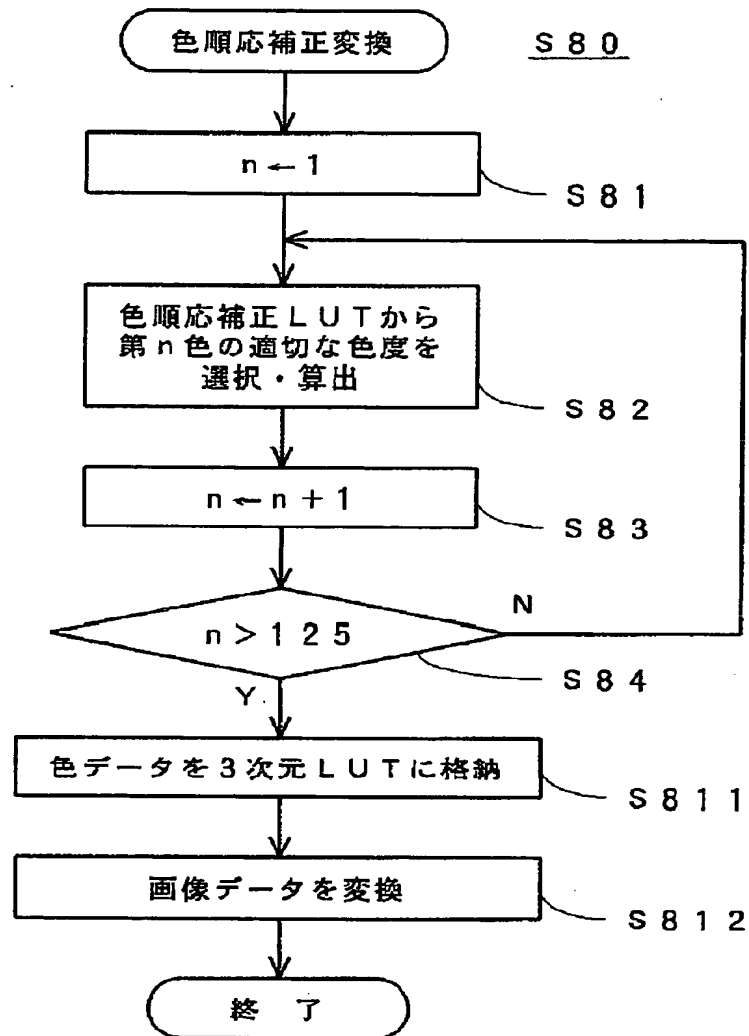
【図 19】



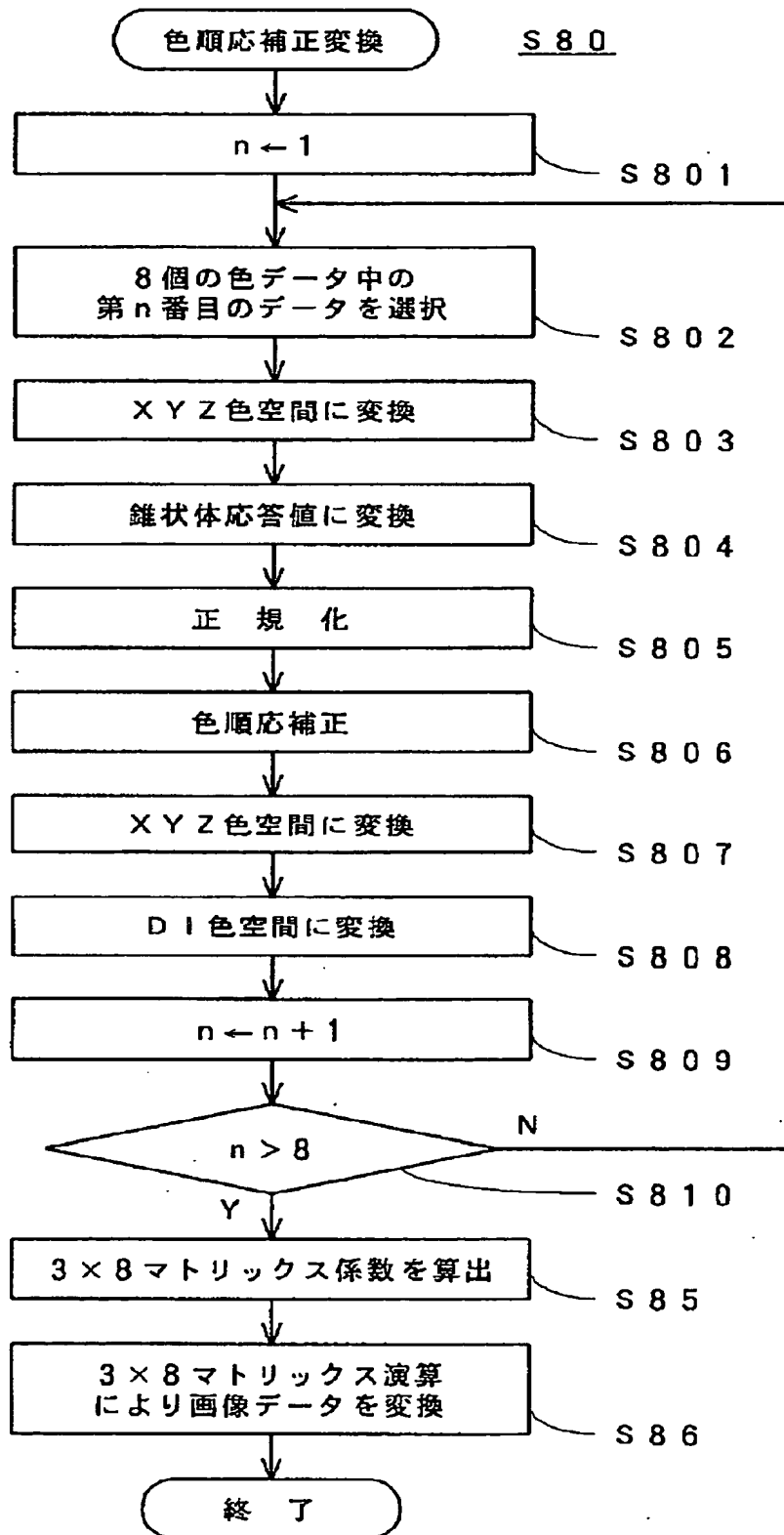
【 図 1 4 】



【図 1 7】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04N 1/46			H04N 1/46	2

(72) 発明者 池上 博章
神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリー
ンテク なか い 富士ゼロックス株式会社
内